



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

12 **Offenlegungsschrift**
10 **DE 101 16 361 A 1**

51 Int. Cl.⁷:
G 08 C 17/02
A 61 B 5/00

21 Aktenzeichen: 101 16 361.4
22 Anmeldetag: 2. 4. 2001
43 Offenlegungstag: 10. 10. 2002

DE 101 16 361 A 1

71 Anmelder:
HepTec GmbH, 06847 Dessau, DE

74 Vertreter:
Hellmich, W., Dipl.-Phys.Univ. Dr.-Ing., Pat.-Anw.,
80538 München

72 Erfinder:
Genger, Harald, 82319 Starnberg, DE; Lauk,
Michael, Dr., 79280 Au, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE 199 58 870 A1
DE 198 48 229 A1
DE 694 20 566 T2
DD 198 25 898 A1
US 43 21 933 A
EP 10 60 704 A2
WO 00 66 209 A1

KIMMICH, Hans-Peter: Meßfühler für die
Biotelemetrie. In: Elektronik, 10/17.5.1985,
S.93-96;

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

64 Funkmodul, Respirator, Überwachungsgerät dafür; Therapiegerät zur Durchführung der CPAP-Therapie,
Überwachungsgerät dafür; Systeme sowie Verfahren

61 Diese Erfindung dient einer weiteren Rationalisierung
im Gesundheitsbereich. Insbesondere betrifft die Erfin-
dung CPAP-Therapiegeräte, die schnurlos mit Sensorein-
heiten und Überwachungsgeräten kommunizieren, für
den medizinischen Bereich geeignete Funkmodule, Beat-
mungsgeräte, die ebenfalls mit Sensoreinheiten und
Überwachungsgeräten schnurlos kommunizieren sowie
eine intelligente Vernetzung von Behandlungsräumen in
einem Krankenhaus, dem Krankenhausnetz, überregiona-
len Organisationen, Sanitätshäusern sowie häuslichen
Bereichen.

DE 101 16 361 A 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Funkmodul für eine Sensorfamilie, einen Respirator und ein Therapiegerät, wobei Respirator und Therapiegerät bestimmt und geeignet sind, mit Sensoreinheiten der Sensorfamilie schnurlos zu kommunizieren, Überwachungsgeräte für den Respirator und das Therapiegerät sowie Systeme und Verfahren.

[0002] Bekannt sind Beatmungsgeräte oder Respiratoren zur maschinellen, künstlichen Beatmung bei allen Formen des Sauerstoffmangelzustands. Sie werden unter anderem für die Langzeitbeatmung eingesetzt, wobei je nach dem Umschaltmechanismus von In- zu Expiration drei Grundtypen unterschieden werden. Beim druckgesteuerten Respirator ist die Inspirationsphase beendet, wenn im Gerät ein vorgegebener Beatmungsdruck erreicht ist. Die Expiration erfolgt passiv. Beim volumengesteuerten Respirator ist die Inspiration beendet, wenn ein vorher eingestelltes Gasvolumen den Respirator verlassen hat. Die Expiration erfolgt auch hier passiv. Im Expirationsschenkel dieser Geräte ist ein Spirometer eingebaut, der das Atemzugvolumen des Patienten misst. Daneben besitzen diese Geräte meist akustische oder optische Alarmsignale. Schließlich gibt es zeitgesteuerte Beatmungsgeräte, bei denen das Gasgemisch innerhalb einer vorher eingegebenen Zeit abgegeben wird. Die Beatmungsgeräte neueren Typs verfügen über technische, meist elektronisch gesteuerte Einrichtungen, die einen patientengerechten Beatmungstyp erlauben. Beispielsweise kann die Inspirationszeit bis auf das Dreifache der Expirationszeit verlängert werden, eine Druckbeatmung durchgeführt werden sowie der Respirator durch den Patienten "getriggert" werden, wobei bereits schwache Atemzüge impulsgebend für die maschinelle Unterstützung sind (Roche Lexikon Medizin, 4. Auflage, herausgegeben von der Hoffmann-La Roche AG und Urban & Fischer, Urban & Fischer, München, Stuttgart, Jena, Lübeck, Ulm).

[0003] Daneben sind Geräte zur Durchführung der CPAP (continuous positive airway pressure)-Therapie bekannt. Die CPAP-Therapie wird in Chest. Volume No. 110, Seiten 1077-1088, Oktober 1996 und Sleep. Volume No. 19, Seiten 184-188 beschrieben. Ein CPAP-Therapiegerät appliziert mittels eines Kompressors, vorzugsweise über einen Luftbefeuchter über einen Schlauch und eine Nasenmaske einen positiven Überdruck bis zu etwa 30 mBar in den Atemwegen des Patienten. Dieser Überdruck soll gewährleisten, dass die oberen Atemwege während der gesamten Nacht vollständig geöffnet bleiben und somit keine obstruktiven Atmungsstörungen (Apnoen) auftreten (DE 198 49 571 A1).

[0004] In der Medizin sind verschiedene Messmethoden zu Bestimmung von Parametern des Körpers eines Patienten bekannt. Hier ist zunächst die Elektroenzephalographie (EEG) zu nennen. Hierbei werden bioelektrische Potentialschwankungen im Gehirn, also die hirnelektrische Aktivität, aufgezeichnet. Routinemäßig erfolgt die Messung durch Oberflächenelektroden, kann jedoch auch zum Beispiel bei bewussten Patienten mit feinen Nadelelektroden vom Skalp abgegriffen werden. Die Aufzeichnung erfolgt mittels 12, 16 oder 20 Differentialverstärkern ("Kanälen") simultan.

[0005] Durch ein Elektrokardiogramm (EKG) werden die bioelektrischen Potentiale bzw. Potentialdifferenzen, die bei der Erregungsausbreitung und Rückbildung des Herzens entstehen, aufgezeichnet. Die Messung der Potentiale erfolgt bi- oder unipolar durch Elektroden von der Körperoberfläche oder direkt vom Herzen, zum Beispiel bei Herzoperationen.

[0006] Mit Elektromyographie (EMG) wird die Registrierung der bioelektrischen Aktivität der Muskulatur bezeich-

net. Bei dieser Methode werden die Potentiale durch die Insertion von Nadelelektroden abgegriffen.

[0007] Durch die Elektrookulographie (EOG) wird das Ruhe-Bestandspotential des Auges anhand der Änderungen der bioelektrischen Potentialdifferenz zwischen dem vorderen und hinteren Pol des Auges aufgezeichnet. Das Auge bildet nämlich einen elektrischen Dipol, wobei die Kornea positiv und die Retina negativ geladen sind. Die Potentialänderungen schlagen sich in der Spannungsänderung der Umgebung nieder, die ihrerseits mittels periokulärer Elektroden ableitbar sind (Roche Lexikon Medizin a. a. O.).

[0008] Im Stand der Technik sind verschiedene digitale Funkübertragungsverfahren bekannt.

[0009] Der DECT-Standard (DECT: digital european codeless telecommunications) arbeitet im Frequenzband von 1.880 bis 1.900 MHz. In diesem Frequenzband sind 10 Trägerfrequenzen mit einem Abstand von 1.728 KHz festgelegt. Jeder Träger wird in Zeitrahmen von 10 ms Länge unterteilt. Jeder Rahmen wird wiederum in 24 Zeitschlitze eingeteilt, von denen die ersten 12 zur Übertragung von der Basis zum Mobilteil (downlink) und die zweiten 12 zur Übertragung vom Mobilteil zur Basis (uplink) benutzt werden (time division duplex, TDD). Somit stehen insgesamt 120 Kanäle für jede Verbindungsrichtung zur Verfügung. Im DECT-Standard wird eine mittlere Sendeleistung von 10 mW verwendet, was zu einer Reichweite von max. 200 m im Freien und ca. 30 m in Gebäuden führt.

[0010] Ferner existiert der GSM-Standard (global system for mobile communications). Für GSM-Kommunikation ist der Frequenzbereich von 890 bis 915 MHz zur uplink Kommunikation sowie der Frequenzbereich von 935 bis 960 MHz zur downlink-Kommunikation vorgesehen. Uplink Kommunikation bedeutet Übertragung von der Mobilstation zur Basis und downlink-Kommunikation bezeichnet die entgegengesetzte Kommunikationsrichtung. In jedem Frequenzband befinden sich 124 Kanäle mit einem Kanalabstand von 200 KHz. Die Trägerfrequenzen sind in Zeitrahmen von 60/13 ms eingeteilt. Jeder Zeitrahmen umfasst 8 Zeitschlitze. In jedem Zeitschlitz können 116 Bit Nutzinformation wie beispielsweise komprimierte Sprachdaten, übertragen werden. In GSM-Standard ist eine Leistungssteuerung von mindestens 20 mW in 2 Decibelschritten ansteigend vorgesehen. Die Obergrenze wird durch die Leistungsklasse für Mobilstationen oder durch die Herstellerspezifikation für die Basisstationen festgelegt. Die Leistungsklassen für Mobilteile von 1 bis 5 sehen maximale Leistungen von 20, 8, 5, 2 bzw. 0,8 W vor.

[0011] Eng verwandt zum GSM-System ist das DCS 1800-System. Hierfür sind die Frequenzbänder von 1710 bis 1785 MHz sowie 1805 bis 1880 MHz vorgesehen. Für DCS 1800 sind zwei Leistungsklassen von 1 und 0,25 W definiert.

[0012] Daneben wurde der Bluetooth-Standard festgelegt, der unter anderem von der Bluetooth-Website <http://www.bluetooth.com> heruntergeladen werden kann. Der Bluetooth-Standard arbeitet in den meisten Ländern mit Ausnahme von Spanien und Frankreich im Frequenzband von 2.400 bis 2.4835 GHz. Das Bluetooth-System arbeitet also im ISM-Band (ISM = Industrial Scientific Medicine). In diesem Frequenzband sind 79 Kanäle auf den Frequenzen 2.402 k MHz ($k = 0, 1, 2, \dots, 78$ festgelegt). Die Übertragung erfolgt digital. Als Modulationsart wird GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying) verwendet. Es gibt drei Leistungsklassen, die abhängig von der maximalen Sendeleistung festgelegt sind. Die maximale Ausgangsleistung beträgt für Klasse 1, 2 und 3 100 mW, 2,5 mW bzw. 1 mW. Für Geräte der Leistungsklasse 1 ist eine Leistungssteuerung vorgesehen, die die Sendeleistung

über 1 mW begrenzt. Die Schrittweite für die Leistungssteuerung soll zwischen 8 und 2 dB liegen. Um Benützungssicherheit und Vertraulichkeit zu gewährleisten, stellt das Bluetooth-System eine Anwendungsschicht (application layer) und eine Verbindungsschicht (link layer) zur Verfügung. Vier unterschiedliche Parameter werden benutzt, um die Sicherheit auf der Verbindungsschicht aufrechtzuerhalten: Eine öffentliche Adresse (als BD ADDR bezeichnet), die für jede Bluetooth-Einheit unterschiedlich ist, zwei geheime Schlüssel und eine Zufallszahl, die für jede neue Transaktion unterschiedlich ist. Die öffentliche Adresse ist 48 Bit lang. Der für die Authentifikation benutzte private Schlüssel ist 128 Bit lang, der für die Verschlüsselung benutzte private Schlüssel hat eine konfigurierbare Länge von 8-128 Bit, und die Zufallszahl (RAND) hat ebenfalls eine Länge von 128 Bit.

[0013] Es ist die Aufgabe dieser Erfindung, ein Funkmodul, einen Respirator, ein Therapiegerät zur Durchführung der CPAP-Therapie sowie Überwachungsgeräte dafür, Systeme sowie Verfahren anzugeben, um medizinische Geräte benutzerfreundlicher zu gestalten.

[0014] Diese Aufgabe wird durch ein Funkmodul nach Anspruch 1, einen Respirator nach Anspruch 9 oder 10, ein Überwachungsgerät nach Anspruch 17, ein Therapiegerät nach Anspruch 21, ein Überwachungsgerät nach Anspruch 26, Systeme nach Ansprüchen 31 und 32 sowie Verfahren nach Ansprüchen 35 und 36 gelöst.

[0015] Vorteilhaft an der schnurlosen Übertragung von Sensorsignalen über Funkmodule ist, dass das Kabelgewirr insbesondere in Operationssälen oder Behandlungszimmern von Krankenhäusern, aber auch zu Hause im Homecare-Bereich reduziert wird.

[0016] Vorteilhaft am Bluetooth-Standard ist die geringe Sendeleistung, die, wie oben ausgeführt wurde, oberhalb von 1 mW auf die notwendige Leistung reduziert wird, um die Verbindung aufrechtzuerhalten. Daneben sind gerade im medizinischen Bereich die Maßnahmen zur Sicherstellung der Vertraulichkeit der übertragenen Daten zu begrüßen.

[0017] Die Ausstattung eines Funkmoduls mit einer Batterie macht eine Leistungsversorgung des Funkmoduls über Kabel überflüssig und trägt so ebenfalls zur Reduzierung des Kabelsalats bei. Daneben erlaubt es die Integration einer Batterie, die Außenflächen des Funkmoduls möglichst glatt zu halten, um das Funkmodul durch Abwischen mit sterilisierenden Chemikalien zu sterilisieren.

[0018] Vorteilhaft an einer Standardisierung der elektrischen Schnittstelle und einer lösbaren Ausführung derselben ist, dass das Funkmodul mit einer ganzen Sensorfamilie zusammenarbeiten kann und somit in größeren Stückzahlen billiger hergestellt werden kann (economies of scale).

[0019] Vorteilhaft an einer eindeutigen Nummer jedes Funkmoduls ist, dass die Verwaltung einer großen Zahl von Funkmodulen beispielsweise in einem Krankenhaus vereinfacht wird. Die Zahl der zu berücksichtigenden Funkmodule wird dadurch noch erhöht, dass vorzugsweise auch Geräte, die den Patienten zur Benutzung zu Hause zur Verfügung gestellt werden, Funkmodule erhalten und diese Geräte von Zeit zu Zeit zur Therapiekontrolle ins Krankenhaus kommen. Ferner ist zu berücksichtigen, dass die Mobilität der Gesellschaft zunimmt, so dass ein Patient beispielsweise im Urlaub auch in anderen Krankenhäusern betreut werden kann.

[0020] Vorteilhaft an der Aufteilung einer Sensoreinheit in ein Funkmodul und den eigentlichen Sensor ist, dass einerseits sterile Einwegfunkmodule zusammen mit Sensoren verwendet werden können, die nach dem Gebrauch immer wieder gereinigt und sterilisiert werden. Elektronikbaugruppen, besonders solche, die Elektrolytkondensatoren enthal-

ten, können nämlich nicht auf die für die thermische Sterilisation notwendigen Temperaturen von mindestens 120° (Roche Lexikon Medizin a. a. O.) erhitzt werden, wohingegen die Sensoren keine empfindlichen Elektronikbauteile verwenden müssen. Andererseits können die teuren Funkmodule chemisch sterilisiert werden und mit Blut verunreinigte, relativ billige Nadelelektroden entsorgt werden.

[0021] Vorteilhaft an einem Respirator mit einer abgesetzten und einer über Kabel oder eine Funkverbindung angeschlossenen Bedien- und Anzeigeeinheit ist, dass die Bedien- und Anzeigeeinheit im Nachbarraum aufgestellt werden kann. Auf diese Weise macht eine Intensivstation, auf der der Respirator verwendet wird, einen weniger technischen und dadurch freundlicheren Eindruck.

[0022] Vorteilhaft an der schnurlosen Datenkommunikation zwischen einem Respirator und einem Überwachungsgerät ist, dass die Aufgaben zwischen Respirator und Überwachungsgerät aufgeteilt werden können, so dass beispielsweise der Respirator die kurzfristigen, zur Lebenserhaltung notwendigen Maßnahmen trifft, während das Überwachungsgerät einem Arzt aufbereitete Daten zur Verfügung stellt und ihm somit die Stellung einer Diagnose und die Wahl geeigneter Therapieschritte erleichtert.

[0023] Vorteilhaft an der Ausrüstung eines Respirators mit einem Modem ist, dass der Respirator auch in der häuslichen Umgebung eines Patienten eingesetzt werden kann. Durch das Modem kann der Respirator Trenddaten oder Alarime an ein Sanitätshaus oder ein Krankenhaus weiterleiten. Auf dieser Weise kann die Betreuung von Schwerstbedingten von 24 Stunden auf bis zu 2 bis 3 Stunden täglich reduziert werden.

[0024] Der Anschluss einiger Sensoren über Kabel an den Respirator hat den Vorteil, dass kein Wechseln oder Laden der Batterien in den Funkmodulen der entsprechenden Sensoreinheiten notwendig ist. Vorzugsweise werden die unbedingt zur Beatmung notwendigen Sensoren über Kabel angeschlossen. Für die Diagnose oder Therapie wünschenswerte Sensorsignale können dann durch die Verwendung von schnurlosen Sensoreinheiten ergänzt werden.

[0025] Vorteilhaft an der Verwendung eines Überwachungsgeräts für einen Respirator oder ein CPAP-Therapiegerät ist ferner, dass das Überwachungsgerät durch einen PC (personal computer), insbesondere einem Laptop realisiert werden kann. Auf diese Weise kann ein Kompromiss zwischen den hohen Sicherheitsanforderungen, die an Respiratoren und in geringerem Maße an CPAP-Therapiegeräte gestellt werden und dem wünschenswerten schnellen Fortschritt bei PCs gefunden werden. Hohe Sicherheitsanforderungen erhöhen den Entwicklungsaufwand und bremsen so den Fortschritt. PCs werden heutzutage in großen Stückzahlen und somit preisgünstig hergestellt. Zunehmend finden auch kleinere Geräte, wie Palmtops oder Organizer auch mit integriertem Mobiltelefon Verwendung. In der PC-Welt ist die Zuverlässigkeit allerdings nicht oberstes Entwicklungsziel. Der Vorteil für den Patienten liegt somit darin, dass der Respirator die lebensnotwendigen Funktionen möglicherweise auf dem Stand der Medizin von vor fünfzehn Jahren zu 100% der Zeit aufrechterhält, während eine in kurzen Abständen aktualisierte Version der Software im Überwachungsgerät die Arbeitsweise des Respirators vielleicht in 98% der Zeit auf den aktuellen Kenntnisstand der Medizin anbebt.

[0026] Dabei ist ferner vorteilhaft, dass die Zahl der Respiratoren oder CPAP-Therapiegeräte an die Zahl der Patienten angepasst werden soll, während die Zahl der Überwachungsgeräte an die Zahl der Ärzte und/oder Schwestern auf einer Station oder in einem Krankenhaus korrigieren kann. So können sich Oberarzt, Arzt und Famulant - jeder

auf seinem Laptop ~ zugleich die Daten eines Respirators anschauen und zusammen die Diagnose stellen und die Therapieschritte festlegen. Andererseits kann auch ein Bereitschaftsarzt mehrere Respiratoren überwachen.

[0027] Diese Zusammenarbeit wird durch eine eindeutige Nummer jedes Funkmoduls und damit jedes Geräts, das mit einem Funkmodul ausgerüstet ist, erreicht, wie sie beispielsweise im Bluetooth-Standard vorgesehen ist.

[0028] Durch eine direkte Funkkommunikation zwischen einem Überwachungsgerät und schnurlosen Sensoreinheiten – also ohne Umweg über einen Respirator oder ein CPAP-Therapiegerät – können in vorteilhafter Weise flexibel bisher unberücksichtigte Parameter des Körpers des Patienten erfasst werden und basierend auf diesen unter Verwendung des Überwachungsgeräts beispielsweise ein Steuerprogramm für den Respirator überarbeitet werden ohne die Software des Respirators zu ändern.

[0029] Vorteilhaft an einem CPAP-Therapiegerät mit einem Funkmodul ist, dass jeder Patient sein CPAP-Therapiegerät zur anfänglichen Einstellung oder zur Therapiekontrolle mit in das Krankenhaus bringen kann. Dadurch wird der Aufwand für Desinfektion eines krankenhauseigenen CPAP-Therapiegeräts reduziert. Das Funkmodul ermöglicht eine schnurlose Kommunikation zwischen Krankenhausinfrastruktur und CPAP-Therapiegerät, was den Sterilisationsaufwand für Stecker überflüssig macht und eine Kontamination des CPAP-Therapiegeräts durch unsterile Stecker verhindert.

[0030] Vorteilhaft an der Ergänzung eines CPAP-Therapiegeräts durch schnurlose Sensoreinheiten ist eine zuverlässigere Diagnose und die einfache Sammlung von Diagnosedaten oder anonymisierten Forschungsdaten.

[0031] Vorteilhaft an der Ausrüstung eines CPAP-Therapiegeräts mit einem Modem ist die erhöhte Sicherheit des Patienten durch die Möglichkeit, automatisch Alarme abzusetzen sowie die Möglichkeit, durch die Weiterleitung von Trenddaten eine Ferntherapiekontrolle durchzuführen.

[0032] Vorteilhaft an der Vergabe einer eindeutigen Nummer für jedes Therapiegerät, wie sie beispielsweise durch den Bluetooth-Standard sichergestellt ist, ist, dass das Therapiegerät im Krankenhaus sicher wieder erkannt werden kann und somit die ursprüngliche Einstellung und spätere Therapiekontrolle mittels des eigenen CPAP-Therapiegeräts des Patienten einfacher durchgeführt werden kann. Auch ist der Patient nicht gezwungen, immer das gleiche Krankenhaus aufzusuchen. Vielmehr kann er beispielsweise auch am Urlaubsort betreut werden.

[0033] Vorteilhaft an der Verwendung von Überwachungsgeräten im Zusammenhang mit CPAP-Therapiegeräten ist, dass durch geeignete Programmierung das Überwachungsgerät so ausgelegt werden kann, dass es mehrere CPAP-Therapiegeräte und damit mehrere Plätze in einem Schlaflabor überwachen kann. So kann der Personaleinsatz im Schlaflabor optimiert und dadurch reduziert werden.

[0034] Vorteilhaft an der Realisierung des Überwachungsgeräts durch einen Laptop mit geeigneter Software ist, dass die Software in kurzen Abständen aktualisiert werden kann. Somit ist es möglich, auch nach der anfänglichen Investition der Hardware am medizinischen Fortschritt zu partizipieren und im Laufe der Zeit z. B. die von einem Überwachungsgerät überwachten CPAP-Geräte zu vergrößern.

[0035] Vorteilhaft an der Vernetzung eines oder mehrerer Respiratoren, eines Servers, der eine Datenbank verwaltet, und mehreren Clients ist eine weitere Automatisierung des Krankenhausbetriebs. So können in einer elektronischen Krankenakte auch Trenddaten früherer Untersuchungen oder Therapiemaßnahmen gespeichert werden und so spätere Diagnosen aufgrund einer umfangreicheren Datenbasis

gestellt werden, so dass sie zuverlässiger sind.

[0036] Die Anbindung eines CPAP-Therapiegeräts verfolgt den gleichen Zweck. Eine Anonymisierung von Daten hat den Zweck, der medizinischen Forschung die benötigte umfangreiche Datenbasis insbesondere für statistische Auswertungen zur Verfügung zu stellen.

[0037] Vorteilhaft an der Analyse von Trenddaten in einem Server ist, dass so eine Vielzahl von Patienten mit relativ einfachen Geräten in ihrem häuslichen Umfeld therapiert, betreut und überwacht werden können.

[0038] Im folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung anhand der beiliegenden Zeichnungen erläutert. Dabei zeigen:

[0039] Fig. 1, zwei CPAP-Einstellstationen sowie ein Überwachungsgerät.

[0040] Fig. 2 ein CPAP-Therapiegerät, das über ein Modem an das öffentliche Telefonnetz angeschlossen ist.

[0041] Fig. 3 eine Sensoreinheit, bestehend aus einem Funkmodul und einem Sensormodul mit angeschlossenen Elektroden,

[0042] Fig. 4 eine Flusssensoreinheit mit einem Funkmodul mit integrierter Leistungsverorgung.

[0043] Fig. 5 eine elektrische Verbindung zwischen Funkmodul und Sensormodul über Stecker und Buchsen,

[0044] Fig. 6 eine elektrische Verbindung zwischen Funkmodul und Sensormodul über Federstifte und flache Kontakte,

[0045] Fig. 7 eine Beatmungsstation mit einem Respirator und zwei Überwachungscomputern,

[0046] Fig. 8 ein Netzwerk zwischen Klinik, Krankenkasse, Sanitätshaus und Privatwohnungen von Patienten.

[0047] Fig. 1 zeigt eine erste CPAP-Einstellstation 1, eine zweite CPAP-Einstellstation 2 sowie ein Überwachungsgerät 3, das als Laptop ausgeführt ist. Jede CPAP-Einstellstation besteht aus einem CPAP-Therapiegerät und einem Patienten 19. Das CPAP-Therapiegerät wiederum umfasst einen Kompressor 4, einen Schlauch 9, eine Beatmungsmaske 18 sowie mehrere Sensoren. Beispielsweise ist ein Drucksensor 11 eingezeichnet, der über eine Messleitung 10 mit dem Kompressor 4 verbunden ist. Zur Erzeugung eines Überdrucks enthält der Kompressor eine Turbine 8. Ferner kann ein Luftbefeuchter vorgesehen sein, der entweder in den Kompressor integriert ist oder als externes Gerät zwischen Kompressorausgang und Beatmungsmaske 18 angeordnet ist.

[0048] Der Kompressor ist ferner mit einem Funkmodul 6 ausgerüstet, das vorzugsweise nach dem Bluetooth-Standard arbeitet. Ferner kann im Kompressor ein Modem 7 zum Anschluss des Kompressors an das öffentliche Fernsprechnetz (PSIN: public switched telephone network) vorgesehen sein (vgl. Fig. 2). Beide Therapiegeräte sind beispielsweise durch eine schnurlose Flusssensoreinheit ergänzt. Das CPAP-Therapiegerät kann anstelle der oder zusätzlich zur Flusssensoreinheit 12 durch Sensoreinheiten für EEG-, EMG-, EKG-, EOG-Signale ergänzt werden (vgl. Fig. 7). Ferner können schnurlose Sensoreinheiten zur Erfassung des Atemvolumens, des Lufldrucks, mit dem der Patient beatmet wird, oder des Blutsauerstoffgehalts des Patienten vorgesehen sein.

[0049] Die Sensoreinheiten sind vorzugsweise in ein Funkmodul 13 und ein Sensormodul 16 unterteilt. Zum Funkmodul gehört eine Antenne 14, zum Sensormodul der eigentliche Sensor, der in Fig. 1 als Heizdraht 17 beispielhaft dargestellt ist. Auch das Überwachungsgerät 3 ist mit einem Funkmodul ausgerüstet, das über die Antenne 20 Daten senden und empfangen kann. Alle Funkmodule arbeiten nach demselben Standard, vorzugsweise dem Bluetooth-Standard. Die Sensoreinheiten senden die von ihnen gesen-

deten Daten sowohl an die Funkmodule 6 in den Kompressoren als auch an das Funkmodul im Überwachungsgerät. Darüber hinaus kann das Überwachungsgerät über Funk mit den Kompressoren Daten austauschen. Ein im Kompressor vorgesehener Controller kann auf Aufforderung hin oder unaufgefordert die Messwerte aller mit ihm über Kabel verbundenen Sensoren und der mit ihm schnurlos über Funkkontakt in Verbindung stehenden Sensoreinheiten an das Überwachungsgerät ausgeben. Das Überwachungsgerät kann also unmittelbar oder mittelbar über das Funkmodul 6 des Kompressors auf die von den Sensoreinheiten gemessenen Daten zugreifen.

[0050] Andererseits kann das Überwachungsgerät 3 über Funk die Aktuatoren der Kompressoren steuern. Das ist im Wesentlichen die Turbine 8 in jedem Kompressor, kann aber auch die Temperatur des Wasserbades eines in einen Kompressor integrierten Luftbefeuchters oder eines externen Kompressor ebenfalls über Funk angebundener Luftbefeuchters sein.

[0051] Fig. 1 zeigt beispielhaft die Situation in einem Schlaflabor eines Krankenhauses. Hier erfolgt die Einstellung von möglichst vielen Patienten auf ihre CPAP-Geräte bei möglichst geringem Personaleinsatz. Jeder Arzt überwacht mit seinem Überwachungsgerät möglichst viele CPAP-Einstellstationen.

[0052] Andererseits können auch mehrere Überwachungsgeräte beispielsweise zur Aus- oder Weiterbildung von Ärzten vorgesehen sein. Am Anfang einer Weiterbildungsmaßnahme können so Ausbilder und Auszubildende von zwei Überwachungsgeräten einen Patienten einstellen. Später kann der Weiterzubildende eine kleine Gruppe von Patienten überwachen und der Ausbilder insgesamt mehrere kleine Gruppen überwachen, indem er sich nacheinander die Daten verschiedener Patienten auch aus unterschiedlichen Kleingruppen auf seinem Überwachungsgerät anschaut.

[0053] Vorzugsweise hat jedes Funkmodul eine eindeutige Nummer, wie es im Bluetooth-Standard vorgesehen ist. Dies vereinfacht die Kommunikationsaufnahme zwischen den CPAP-Geräten der Patienten und den Überwachungsgeräten des Krankenhauses. Jeder Patient, der mit seinem eigenen CPAP-Gerät im Krankenhaus behandelt wird oder einer Therapiekontrolle unterzogen wird, erspart dem Krankenhaus die Desinfektion eines krankenhauseigenen CPAP-Therapiegerätes. Ebenso vereinfacht die Zuordnung einer eindeutigen Nummer zu jedem Funkmodul der Sensoreinheiten und der Überwachungsgeräte den gleichzeitigen Betrieb mehrerer schnurloser Sensoreinheiten und mehrerer Überwachungsgeräte auf engem Raum.

[0054] Die Antennen 5, 14 und 20 sind nur zu Illustrationszwecken als abstehende Stangen dargestellt. Ein Halbwellendipol hat bei 2,4 GHz eine Länge von ca. 6 Zentimetern. Deshalb werden die Antennen vorzugsweise verdeckt in die Geräte eingebaut, so dass vor allem die Funkmodule der Sensoreinheiten möglichst glatte, leicht zu reinigende Oberflächen aufweisen.

[0055] Fig. 2 zeigt die Verwendung eines CPAP-Therapiegerätes in häuslicher Umgebung. Hier werden vorzugsweise keine über Funk angehängten Sensoreinheiten verwendet, um das Wechseln oder Nachladen der Batterien in den Funkmodulen zu vermeiden. Ein Controller im Kompressor steuert die Arbeitsweise des CPAP-Therapiegerätes. Insbesondere wird die Drehzahl der Turbine und optional die Temperatur eines Luftbefeuchters gesteuert. Optional ermittelt der Controller aus den Sensorsignalen Trenddaten, die er über das Modem 7 und das öffentliche Telefonnetz PSTN an einen Server 94 im Krankenhaus oder an einen Server 96 einer überregionalen Organisation, beispielsweise einer Krankenkasse oder auch an ein Sanitätshaus 101, übermittelt (vgl. Fig. 8).

[0056] Mit Trenddaten werden aus den Messdaten der Sensoren gewonnene Daten bezeichnet, wobei aber die Datenmenge beispielsweise durch Mittelung deutlich reduziert wird. So wird beispielsweise das Sensorsignal mit einer Abtastrate von 1 KHz digitalisiert. Ein Atemvorgang dauert ca. 4 Sekunden lang und umfasst somit 4000 Messwerte. Als Trenddaten wird beispielsweise die mittlere Atemfrequenz aus 100 bis 1000 Atemzyklen berechnet. Alternativ kann die Sauerstoffsättigung über eine gewisse Zeit gemittelt oder die Anzahl der Apnoen in einem vorbestimmten Zeitraum als Trenddaten bestimmt werden.

[0057] Ferner kann der Controller im Kompressor Alarme ermitteln, wenn beispielsweise die Zahl der Apnoen stark ansteigt. Auch die Alarme können über das Modem 7 und das öffentliche Telefonnetz (PSTN) an eine zuständige Stelle weitergeleitet werden.

[0058] Das Modem kann für einen analogen Telefonschluss, einen ISDN Anschluss oder einen DSL Anschluss ausgelegt sein. Ferner kann es sich bei dem Modem um eine Mobiltelefontelefonieinheit handeln, so dass die Trenddaten und/oder Alarme über ein D- oder E-Netz zum geeigneten Server übertragen werden.

[0059] Fig. 3 zeigt eine Sensoreinheit 32 zur Messung von EEG-, EMG-, EKG- oder EOG Signalen. Die Sensoreinheit 32 besteht aus einem Funkmodul 33 mit einer Antenne 34 sowie einem Sensormodul 35 mit den zugehörigen Elektroden. Die Elektroden können als Klebeelektroden 36 oder Nadelelektroden 37 ausgeführt sein. Anstelle der Klebeelektroden 36 können flächige Elektroden auch anders als durch Kleben auf der Haut fixiert werden. In der WO 00/66209 ist beispielsweise beschrieben, wie flächige Elektroden durch eine geeignet geformte Gesichtsmaske auf der Stirn des Patienten befestigt werden. Der Ausschnitt 38 bezieht sich auf die elektrische Schnittstelle zwischen Funkmodul 33 und Sensormodul 35 und wird anhand von Fig. 5 und 6 genauer erläutert.

[0060] Wie im Zusammenhang mit Fig. 1 schon erwähnt, ist die Antenne 34 nur beispielhaft als von dem Funkmodul abstehend gezeichnet. Im bevorzugten Frequenzbereich beträgt die Länge eines Halbwellendipols gut sechs Zentimeter, so dass die Antenne vorzugsweise in das Funkmodul integriert wird und auf diese Weise schlecht zu reinigende, scharfe Kanten zwischen Antenne und Funkmodul vermieden werden.

[0061] Im Fall von EEG-, EMG-, EKG- oder EOG Sensoreinheiten enthält das Sensormodul 35 vorzugsweise keine elektronischen Bauteile, sondern dient lediglich der mechanischen Zusammenfassung der verschiedenen Elektroden 36 und 37. Auf diese Weise ist es möglich, hitzebeständige Materialien zu verwenden, so dass das Sensormodul mit den Elektroden thermisch sterilisiert werden kann. In einer anderen bevorzugten Ausführungsform enthält das Sensormodul lediglich Widerstände und ICs, also beispielsweise Operationsverstärker, mit MIL-Spezifikation, die bei bis zu 200°C arbeiten können. Die schaltungstechnisch erforderlichen Elektrolytkondensatoren werden in das entsprechende Funkmodul eingebaut. Auch ein so aufgebautes Sensormodul kann thermisch sterilisiert werden.

[0062] Fig. 4 zeigt nochmals die im Zusammenhang mit Fig. 1 beschriebene Flusssensoreinheit 12. In Fig. 4 ist insbesondere angedeutet, dass das Funkmodul seine eigene Leistungsversorgung vorzugsweise in Form einer Batterie 40 aufweist. Insbesondere die von Laptops und Mobiltelefonen bekannten Lithiumionen-Akkus ermöglichen lange Betriebszeiten. Um ein Öffnen des Funkmoduls möglichst lange zu vermeiden, kann das Funkmodul darüber hinaus mit einer Spule 41 ausgerüstet werden, um die Batterie 40 "schnurlos" nachzuladen. Die Gleichrichtung des von der

Spule gelieferten Wechselstroms erfolgt vorzugsweise über einen Brückengleichrichter. In Fig. 4 ist beispielhaft aber nur eine Einweggleichrichtung über Diode 42 gezeichnet. [0063] Fig. 5 und 6 erläutern zwei Ausführungsformen für die elektrische Verbindung zwischen Sensormodul und Funkmodul. Diese elektrische Verbindung kann auf konventionelle Weise durch Stecker 51 und Buchsen 52 realisiert werden, wie in Fig. 5 gezeigt. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform sind die relativ großen Flächen, an denen sich Stecker und Buchsen auch bei sehr kleinen Bauformen berühren. Dies garantiert einen sicheren Kontakt.

[0064] In einer anderen, in Fig. 6 dargestellten Ausführungsform werden Kontaktstifte 62 durch Federn 61 auf flächige Kontakte 63 gedrückt. Vorteilhaft an dieser Ausführungsform ist, dass man durch Absenken der Kontakte 63 eine ebene Fläche 64 erhält, die leicht auf chemischem Weg desinfiziert werden kann. Um Kontaktprobleme zu vermeiden, werden vorzugsweise die flächigen Kontakte 63 und die Kontaktstifte 62 vergoldet. Auch Stecker 51 und Buchsen 52 können vergoldet werden.

[0065] Fig. 7 zeigt eine Beatmungsstation 70, wie sie auf Intensivstationen zum Einsatz kommt. Die Beatmungsstation besteht aus einem Respirator 74, einem Inspirationsschlauch 86, einem Expirationsschlauch 87, einer Beatmungsmaske 83, mehreren Sensoreinheiten 78, 80 und 81 sowie einem oder mehreren Überwachungsgeräten 71 oder 72. Der Respirator 74 enthält als wesentliche Bauteile eine Turbine 75 zum Erzeugen eines Überdrucks sowie ein Inspirations- und Expirationsventil 76 bzw. 77 zur Steuerung des Einatmens bzw. des Ausatmens des Patienten 85.

[0066] Der Sensor 78 misst den Druck im Inspirationsschlauch und ist mit dem Respirator über Messleitung 79 verbunden. Die Flusssensoreinheit 80 sendet die von ihr gemessenen Signale über ihr Funkmodul an das Funkmodul 86 des Respirators 74. Die EEG-Sensoreinheit 81 misst über Elektroden 82 EEG-Signale an der Stirn des Patienten und überträgt diese ebenfalls schourlos per Funk an den Respirator 74. Da es sich bei dem Patienten 85 um einen schwerer erkrankten Patienten als den in Fig. 1 dargestellten Patienten 19 handelt, ist beispielhaft in Fig. 7 ein Sensormodul mehr gezeichnet.

[0067] Vorteilhaft an einer Datenübertragung per Funk von den Sensormodulen zum Respirator ist aber gerade, dass abhängig vom Krankheitsbild des Patienten 85 Sensormodule flexibel hinzugefügt oder weggelassen werden können. So können insbesondere die Sensormodule 80 und 81 weggelassen und/oder durch weitere Sensoreinheiten für EEG-, EMG-, EKG-, EOG-Signale für das Atemvolumen oder für den Blutsauerstoffgehalt ergänzt werden. Auch die in Fig. 7 dargestellten Sensormodule sind vorzugsweise so aufgebaut, wie in Fig. 3 bis 6 beschrieben.

[0068] Daneben sind beispielhaft zwei Überwachungsgeräte 71 und 72 dargestellt. Für die Überwachungsgeräte gilt Entsprechendes, was im Zusammenhang mit Überwachungsgerät 3 in Fig. 1 gesagt wurde. Sie sind ebenfalls mit einem Funkmodul ausgerüstet, was durch die Antennen 84 angedeutet ist. Im Unterschied zu Überwachungsgerät 3 sind die Überwachungsgeräte 71 oder 72 mit einer Software zum Steuern eines oder mehrerer Respiratoren ausgerüstet. Allerdings kann ein Überwachungsgerät sowohl Software zur Steuerung von Respiratoren als auch Software zur Steuerung von CPAP-Therapiegeräten aufweisen. Da auf Intensivstationen und den hier verwendeten Respiratoren nicht so sehr die kostengünstige Abfertigung einer großen Zahl von Patienten, sondern vielmehr das schnelle Stellen einer zuverlässigen Diagnose und das damit eng verknüpfte Ergreifen geeigneter Therapieschritte im Vordergrund steht, sind in Fig. 7 zwei Überwachungsgeräte dargestellt, die aber

flexibel durch weitere Überwachungsgeräte ergänzt werden können. So können insbesondere kurz nach Einlieferung des Patienten sich mehrere Ärzte gleichzeitig um den Patienten kümmern. Es sei noch erwähnt, dass insbesondere bei Schlaganfallpatienten ein schnelles Ergreifen der richtigen Therapieschritte spätere Reha-Maßnahmen teilweise überflüssig machen kann, so dass durch eine intensive Betreuung des Patienten in den ersten Stunden Kosten gespart werden können. Durch das flexible Hinzufügen von Sensoreinheiten zu Beatmungsstationen müssen für mehrere Beatmungsstationen weniger Sensoreinheiten dem Krankenhaus vorgehalten werden, als bei Anschluss der Sensoren über Kabel.

[0069] Wie in Zusammenhang mit Fig. 1 erläutert, wird vorzugsweise für jedes Funkmodul, sei es, dass es in einer Sensoreinheit, im Respirator oder einem Überwachungsgerät enthalten ist, eine eindeutige Nummer vergeben und der Bluetooth-Standard verwendet.

[0070] Auch bei der Beatmungsstation 70 sendet der Respirator 74 die an ihn über Kabel oder über Funk übertragenen Sensorsignale aufgefordert oder unaufgefordert über sein Funkmodul an die Überwachungsgeräte 71 und 72. Umgekehrt steuern die Überwachungsgeräte 71 und 72 über Funk über das Funkmodul 86 des Respirators 74 die Aktuatoren des Respirators 74. Diese sind im Wesentlichen die Turbine 75 sowie die Ventile 76 und 77. Vorzugsweise enthält der Respirator 74 noch einen Luftbefeuchter, so dass darüber hinaus auch die Temperatur des Wasserbades des Luftbefeuchters durch die Überwachungsgeräte 71 und 72 gesteuert wird. Der Respirator überprüft allerdings die von den Überwachungsgeräten 71 und 72 abgegebenen Steuerungssignale und korrigiert diese gegebenenfalls, um auf jeden Fall die lebenswichtigen Funktionen des Patienten aufrechtzuerhalten. Bei den Überwachungsgeräten 71 und 72 handelt es sich nämlich vorzugsweise um Laptops, die weniger zuverlässig sind als die im Respirator 74 verwendeten Komponenten. Die Überwachungsgeräte können Sensorsignale auch direkt von den schourlosen Sensoreinheiten 80 und 81 empfangen und bei der Steuerung des Respirators berücksichtigen. Darüber hinaus kann der Respirator aus den von ihm ausgewerteten Sensorsignalen Trenddaten ermitteln und diese an die Überwachungsgeräte senden.

[0071] Fig. 8 zeigt die Vernetzung von Behandlungsgeräten im Krankenhaus, einem Krankenhausnetz, von überregionalen Organisationen, Sanitätshäusern sowie Therapiegeräten im häuslichen Umfeld des Patienten. Beispielhaft für ein Behandlungsgerät im Krankenhaus ist der Respirator 91 zusammen mit mehreren über Funk angehenden Sensoren 93, auf einer Intensivstation 90 gezeigt. Vorzugsweise ist die Bedien- und Anzeigeeinheit für den Respirator 91 mit diesem über Kabel oder über Funk verbunden. Bei einer Verbindung über Funk wird vorzugsweise der Bluetooth-Standard verwendet. Die Bedien- und Anzeigeeinheit befindet sich nicht im Krankenzimmer der Intensivstation 90, sondern in einem Nachbarraum, um der Intensivstation ein menschlicheres, weniger technisches Aussehen zu geben.

[0072] Das Beatmungsgerät 91 ist mit einem Server 94 des Krankenhauses verbunden. Am Server 94 ist eine Krankenhausdatenbank abgelegt, auf die eine Vielzahl von Clients 95 über das Krankenhausnetz zugreifen kann. Die Verbindung zwischen Server 94 und Respirator 91 kann beispielsweise über eine Bluetooth-Funkverbindung erfolgen. Alternativ dazu kann der Respirator 91 auch einen Internetanschluss besitzen, so dass er direkt an das Krankenhausnetz angeschlossen werden kann. Der Krankenhausserver 94 steht mit dem Server 96 einer überregionalen Organisation, beispielsweise einer Krankenkasse, in Verbindung.

[0073] Daneben gibt es die häuslichen Bereiche 97 und 99. Hierbei wird vor allem an Patienten gedacht, die her-

könnlich eine 24-Stunden-Betreuung benötigen. Durch den Einsatz intelligenterer Technik wird es möglich sein, bei einem Teil dieser Patienten die erforderliche Zahl von Pflegerstunden pro Tag zu reduzieren. Beispielhaft sind in den Bereichen 97 und 99 jeweils mit Modems ausgerüstete Beatmungsgeräte gezeichnet, was am Inspirations- und Expirationsschlauch deutlich wird. Die Modems können über das herkömmliche Telefonnetz oder auch über Mobilfunknetze mit dem Server 96 über Verbindung 98 oder mit dem Sanitäts-
haus 101 über Verbindung 100 verbunden werden, wie oben in Zusammenhang mit Fig. 2 erläutert wurde.

[0074] Im Sanitäts-
haus 101 sind ein oder mehrere Server zur Aufnahme, Bearbeitung und Weiterleitung der Daten vorgesehen. Das Sanitäts-
haus 101 steht über Verbindung 102 mit dem Server 96 in Verbindung. Darüber hinaus können die Verbindungen 103 zwischen einem häuslichen Bereich 97 und einem Krankenhausserver 94 sowie 104 zwischen dem Sanitäts-
haus 101 und dem Server 94 vorgesehen sein. Bei den Verbindungen 103 und 104 kann es sich um physikalische Verbindungen oder virtuelle Verbindungen handeln. Im letzteren Fall werden die Daten vom Sanitäts-
haus 101 und vom häuslichen Bereich 97 an den Server 96 gesendet, dort, falls erforderlich, zwischengespeichert und an den Server 94 über die Verbindung 105 weitergegeben.
[0075] Das Beatmungsgerät 91 in der Klinik sowie die Geräte in den häuslichen Bereichen 97 und 99 sind vorzugsweise mit Embedded-PCs ausgerüstet, die die Sensor- und Steuerdaten auswerten, also Trenddaten erzeugen und diese über die Verbindungen 106 an den Krankenhausserver 94, die Verbindung 98 an den überregionalen Server 96 oder über die Verbindung 100 an das Sanitäts-
haus weiterleiten. Die auf dem Server 94 abgelegten Trenddaten können über die Verbindung 105 an den überregionalen Server 96 weitergeleitet werden, um die Patientendaten so zentral auch für andere Krankenhäuser beispielsweise am Urlaubsort oder Ärzte in unterschiedlichen Praxen zur Verfügung zu stellen. Um die Vertraulichkeit der Daten sicherzustellen, handelt es sich bei der Verbindung 105 sowie auch bei den anderen Verbindungen 98, 100, 102, 103 und 104 um sichere Verbindungen.

[0076] Obwohl in Fig. 8 beispielhaft ein Beatmungsgerät 91 eingezeichnet ist, können auch die Messdaten anderer Therapie- und Diagnosegeräte überregional zur Verfügung gestellt werden, um durch das Vermeiden von Doppeluntersuchungen Geld zu sparen. Darüber hinaus ist insbesondere das überregionale Zurverfügungstellen von Röntgenbildern der Patienten vorteilhaft, weil durch das Vermeiden von Röntgenuntersuchungen auch die Strahlenbelastung für den Patienten gesenkt werden kann. Schließlich können die Daten auf dem überregionalen Server 96 auch anonymisiert gespeichert werden. Dies ermöglicht auch kleineren Krankenhäusern, auf umfangreiche (anonymisierte) Patientendaten zuzugreifen und erhöht so die Attraktivität der kleinen Krankenhäuser für den Medizinerwachstum.

[0077] Die aus den häuslichen Bereichen 97 oder 99 an den Klinikserver 94, den überregionalen Server 96 oder das Sanitäts-
haus übertragenen Trenddaten können in den jeweiligen Einrichtungen entweder automatisch oder unter Mitwirkung eines Arztes, einer Schwester oder eines Pflegers weiter analysiert werden. Ergebnis dieser Analyse kann ein Alarm sein, so dass ein Rettungswagen zum Patienten geschickt wird. Alternativ dazu können die Trenddaten zur fortlaufenden Therapiekontrolle verwendet werden, ohne dass der Patient seine Wohnung verlassen muss.

[0078] Wenn der häusliche Bereich 99 zunächst mit einem Sanitäts-
haus 101 verbunden ist, analysiert in einer bevorzugten Ausführungsform das Sanitäts-
haus die vom Patienten kommenden Trenddaten so weit, dass nur Alarme über

die Verbindungen 102 oder 104 weitergegeben werden.

[0079] Vorteilhaft an der Zwischenschaltung von Sanitäts-
häusern ist, dass in diesen Einrichtungen weniger qualifiziertes Personal als in beispielsweise Krankenhäusern eingesetzt werden kann. Typischerweise arbeiten in Sanitäts-
häusern Pfleger, die bei akuten Beschwerden des Patienten einen Arzt zu Rate ziehen.

Bezugszeichenliste

- 1 erste CPAP-Einstellstation
- 2 zweite CPAP-Einstellstation
- 3 Überwachungsgerät
- 4 Kompressor
- 5 Antenne
- 6 Funkmodul
- 7 Modem
- 8 Turbine
- 9 Schlauch
- 10 Messleitung
- 11 Drucksensor
- 12 Flusssensoreinheit
- 13 Funkmodul
- 14 Antenne (Flusssensoreinheit)
- 15 Batterie
- 16 Sensormodul
- 17 Heizdraht
- 18 Beatmungs-
maske
- 19 Schlafender
- 20 Antenne
- 21 Verbindung zum Telefonnetz (PSTN?)
- 32 Sensormodul (EEG, EMG, EOG, EKG)
- 33 Funkmodul
- 34 Antenne
- 35 Sensormodul
- 36 Klebeelektroden
- 37 Nadelelektroden
- 38 elektrische Verbindung
- 40 Leistungsver-sorgung (Batterie)
- 41 Spule
- 42 Diode
- 51 Stecker
- 52 Buchsen
- 61 Federn
- 62 Kontaktstifte
- 63 Kontakte
- 64 ebene Oberfläche
- 70 Beatmungsstation
- 71 erstes Überwachungsgerät
- 72 zweites Überwachungsgerät
- 73 Respirator
- 74 Turbine
- 75 Inspirationsventil
- 76 Expirationsventil
- 77 Ventil
- 78 Druckmesser
- 79 Messleitung
- 80 Flusssensoreinheit
- 81 EEG-Sensoreinheit
- 82 Klebeelektroden
- 83 Beatmungs-
maske
- 84 Antennen
- 85 Patient
- 86 Funkmodul
- 87 Expirationsschlauch
- 88 Inspirationsschlauch
- 90 Intensivstation Klinik
- 91 Respirator

- 92 Bedien- und Anzeigeeinheit
- 93 über Funk angebundene Sensoreinheiten
- 94 Server mit Krankenhausesdatenbank
- 95 Clients
- 96 überregionaler Server z. B. der Krankenkasse 5
- 97 häuslicher Bereich
- 98 Telefonverbindung
- 99 häuslicher Bereich
- 100 Telefonverbindung
- 101 Sanitätshaus 10
- 102 Verbindung zur Krankenkasse (Alarme)
- 103 Verbindung zum Krankenhaus
- 104 Verbindung zum Krankenhaus
- 105 Verbindung Server Krankenhaus zu Server 96
- 106 Verbindung Respirator Server Krankenhaus 15

Patentansprüche

1. Funkmodul (13; 33) für einen Sensor (17; 36, 37), wobei das Funkmodul eine lösbare, elektrische Schnittstelle (38) zum Sensor aufweist, wobei der Sensor (17; 36, 37) Parameter am Körper eines Patienten (19; 85) misst, wobei das Funkmodul (13; 33) das Ausgangssignal des Sensors digitalisiert und das Funkmodul die digitalisierten Daten sendet. 20
2. Funkmodul (13; 33) nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul nach dem Bluetooth-Standard arbeitet. 25
3. Funkmodul (13; 33) nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul eine Batterie (40) aufweist. 30
4. Funkmodul (13; 33) nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die gemessenen Parameter EEG-, EMG-, EKG-, EOG-Signale, das Atemvolumen der Patienten, den Luftdruck, mit dem der Patient beatmet wird, oder den Blutsauerstoffgehalt umfassen. 35
5. Funkmodul (13; 33) nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul außen weitgehend glatt (64) und gegen Spritzwasser geschützt ist. 40
6. Funkmodul (13; 33) nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die elektrische Schnittstelle (38) lösbar und standardisiert ist, so dass an ein Funkmodul (13; 33) verschiedene Arten von Sensoren, beispielsweise zum Messen von EEG-, EMG-, EKG-, EOG-Signalen, des Atemvolumens des Patienten, des Luftdrucks, mit dem der Patient beatmet wird, oder des Blutsauerstoffgehalts angeschlossen werden können. 45
7. Funkmodul (13; 33) nach einem der obigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul eine eindeutige Nummer aufweist, durch die es sich von allen anderen Funkmodulen unterscheidet. 50
8. Sensoreinheit, die ein Funkmodul nach einem der Ansprüche 1 bis 7 sowie einen EEG-, EMG-, EKG-, EOG-Sensor, einen Atemvolumensensor, einen Luftdrucksensor oder einen Blutsauerstoffsensor umfasst. 55
9. Respirator (91), dadurch gekennzeichnet, dass eine Bedien- und Anzeigeeinheit (92) mit dem Respirator (91) über ein Kabel oder über Funk verbunden ist. 60
10. Respirator (74; 91) zur Beatmung eines Patienten mit:
einer Turbine (75);
einem ersten Ventil (76); 65
dadurch gekennzeichnet, dass der Respirator (74; 91) ferner umfasst:
ein Funkmodul (86), über das der Respirator (74; 91)

die nötigen Daten über den Zustand des Patienten erhält, um die Turbine (75) und das erste Ventil (76) korrekt zu steuern.

11. Respirator (74; 91) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass der Respirator (74; 91) über sein Funkmodul (86) mit einem Überwachungsgerät (71, 72) schnurlos Daten, insbesondere Trenddaten austauscht und ein zweites Ventil (77) aufweist.

12. Respirator (74; 91) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass der Respirator (74; 91) mit einem Modem ausgerüstet ist, wobei der Respirator aus den Daten über den Zustand des Patienten Trenddaten extrahiert und wobei die Trenddaten über das Modem an eine weitere Überwachungseinrichtung wie z. B. den Server eines Krankenhauses (94), einer Krankenkasse (96) oder eines Sanitätshauses (101) überträgt.

13. Respirator (74; 91) nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Daten über den Zustand des Patienten durch Sensoreinheiten (12; 81; 93) aufgenommen werden, die mit Funkmodulen nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgerüstet sind.

14. Respirator (74; 91) nach einem der Ansprüche 9 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul nach dem Bluetooth-Standard arbeitet.

15. Respirator (74; 91) nach einem der Ansprüche 9 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass der Respirator (74; 91) mit einem Sensor (78) über Kabel verbunden ist.

16. Respirator (74; 91) nach einem der Ansprüche 11 bis 15, so weit sie sich mittelbar oder unmittelbar auf Anspruch 11 rückbeziehen, dadurch gekennzeichnet, dass der Respirator (74; 91) vom Überwachungsgerät (71, 72) Anweisungen zum Steuern seiner Turbine (75) und seines Ventils (76, 77) erhält.

17. Überwachungsgerät (71, 72), dadurch gekennzeichnet, dass es ein Funkmodul aufweist, um mit einem Respirator (74; 91) nach Ansprüchen 11 bis 16, so weit sie sich auf Anspruch 11 rückbeziehen, Daten auszutauschen, wodurch das Überwachungsgerät mittelbaren Zugriff auf die Daten über den Zustand des Patienten hat und auf die Steuerung der Turbine (75) und des Ventils (76, 77) im Respirator (74; 91) Einfluss nehmen kann.

18. Überwachungsgerät (71, 72) nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät (71, 72) die von schnurlosen Sensoreinheiten (12; 81; 93), die mit Funkmodulen nach einem der Ansprüche 1 bis 7 ausgerüstet sind, gesendeten Daten unmittelbar empfängt, analysiert und bei der Erzeugung von Steuerdaten für den Respirator (74; 91) berücksichtigt.

19. Überwachungsgerät (71, 72) nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät durch einen Laptop mit geeigneter Software realisiert wird.

20. Überwachungsgerät (71, 72) nach einem der Ansprüche 17 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät mehrere Respiratoren (74; 91) nach einem der Ansprüche 10 bis 16, so weit sie sich auf Anspruch 10 mittelbar oder unmittelbar rückbeziehen, überwachen kann, wobei die Bedienperson am Überwachungsgerät die zu überwachenden Respiratoren (74; 91) aus der Vielzahl von Respiratoren (74; 91) auswählt, die über Funk erreichbar sind.

21. Therapiegerät zur Durchführung der CPAP-Therapie, dadurch gekennzeichnet, dass der Kompressor (4) mit einem Funkmodul (6) ausgerüstet ist, über den das Therapiegerät Signale zur Steuerung der Turbinendreh-

zahl der zum Kompressor gehörenden Turbine (8) empfangen kann.

22. Therapiegerät nach Anspruch 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Therapiegerät mittels Sensoren (11) Messwerte ermittelt, die es über das Funkmodul ausgeben kann, wobei die Messwerte den durch die Turbine erzeugten Überdruck, die Turbinendrehzahl, die Leistungsaufnahme der Turbine sowie das Atemvolumen des Patienten umfassen können.

23. Therapiegerät nach Anspruch 21 oder 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Therapiegerät während einer Einstellphase durch schnurlose Sensoreinheiten (12; 81; 93) nach Anspruch 8 ergänzt wird, die zusätzliche Messgrößen des Körpers des Patienten messen und die von ihnen gemessenen Signale an das Therapiegerät übertragen.

24. Therapiegerät nach einem der Ansprüche 21 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul (6) nach dem Bluetooth-Standard arbeitet.

25. Therapiegerät nach einem der Ansprüche 21 bis 24, dadurch gekennzeichnet, dass das Therapiegerät ein Modem (7) umfasst, wobei das Therapiegerät Trenddaten und/oder Alarme aus den ihm zur Verfügung stehenden Daten des Patienten ermittelt sowie die Trenddaten oder Alarme über das Modem (7) und das öffentliche Telefonnetz (PSTN) an eine Überwachungseinrichtung wie z. B. einen Server eines Krankenhauses (94), einer Krankenkasse (96) und/oder eines Sanitätshauses (101) übermittelt.

26. Überwachungsgerät (3), dadurch gekennzeichnet, dass es ein Funkmodul aufweist, um mit einem Therapiegerät nach Ansprüchen 21 bis 25, Daten auszutauschen, wodurch das Überwachungsgerät mittelbaren Zugriff auf die Daten über den Zustand des Patienten hat und auf die Steuerung der Turbine im Therapiegerät Einfluss nehmen kann.

27. Überwachungsgerät (3) nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät (3) die von schnurlosen Sensoreinheiten (12; 81; 93) nach Anspruch 8, gesendete Daten unmittelbar empfängt, analysiert und bei der Erzeugung von Steuerdaten für das Therapiegerät berücksichtigt.

28. Überwachungsgerät (3) nach Anspruch 26 oder 27, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät (3) durch einen Laptop mit geeigneter Software realisiert wird.

29. Überwachungsgerät (3) nach einem der Ansprüche 26 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass das Überwachungsgerät (3) mehrere Therapiegeräte nach einem der Ansprüche 21 bis 25, überwachen kann, wobei die Bedienperson am Überwachungsgerät (3) die zu überwachenden Therapiegeräte aus der Vielzahl von Therapiegeräten auswählt, die über Funk erreichbar sind.

30. Überwachungsgerät nach einem der Ansprüche 17 bis 20 und 26 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass das Funkmodul im Überwachungsgerät nach dem Bluetooth-Standard arbeitet.

31. System mit einem Respirator (91), einer Datenbank, die auf einem Server (96) abgelegt ist, und mehreren Clients (95), wobei Trenddaten von dem Respirator (91) an den Server (96) übertragen werden, in der Datenbank gespeichert werden und durch die Clients (95) abrufbar sind.

32. System mit einem CPAP-Therapiegerät, einer Datenbank, die auf einem Server (96) abgelegt ist, und mehreren Clients (95), wobei Trenddaten von dem CPAP-Therapiegerät an den Server (96) übertragen werden, in der Datenbank gespeichert werden und

durch die Clients (95) abrufbar sind.

33. System nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass die in der Datenbank gespeicherten Daten anonymisiert sind.

34. System nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass der Server die an ihn übertragenen Trenddaten auf kritische Situationen hin überprüft und, falls eine kritische Situation auftritt, der Server einen Alarm an einen Server (94) in einem Krankenhaus übermittelt.

35. Verfahren zur Messung von Parametern am Körper eines Patienten (19; 85) mit den Schritten:
Entnehmen eines sterilen Funkmoduls aus einer Verpackung;
Zusammenfügen eines sterilisierten Sensors mit dem sterilen Funkmodul;
Durchführen der Messung am Patienten oder der Behandlung des Patienten;
Wegwerfen des Funkmoduls;
Sterilisieren des Sensors; und
Wiederholen der Schritte am nächsten Patienten.

36. Verfahren zur Messung von Parametern am Körper eines Patienten (19; 85) mit den Schritten:
Entnehmen eines sterilen Sensors aus einer Verpackung;
Zusammenfügen des sterilen Sensors mit einem sterilisierten Funkmodul;
Durchführen der Messung am Patienten oder der Behandlung des Patienten;
Wegwerfen des Sensors;
Sterilisieren des Funkmoduls und
Wiederholen der Schritte am nächsten Patienten.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

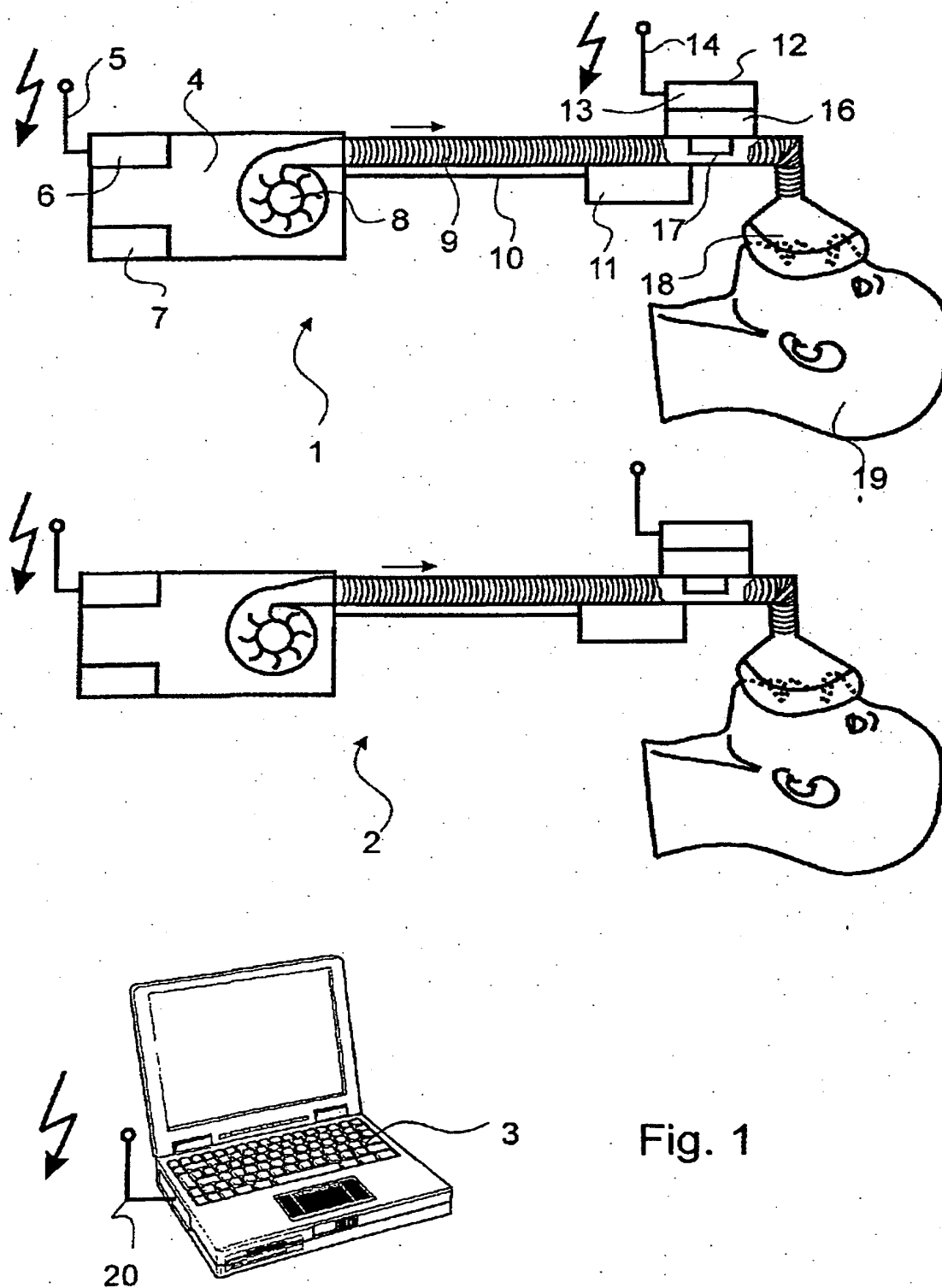


Fig. 1

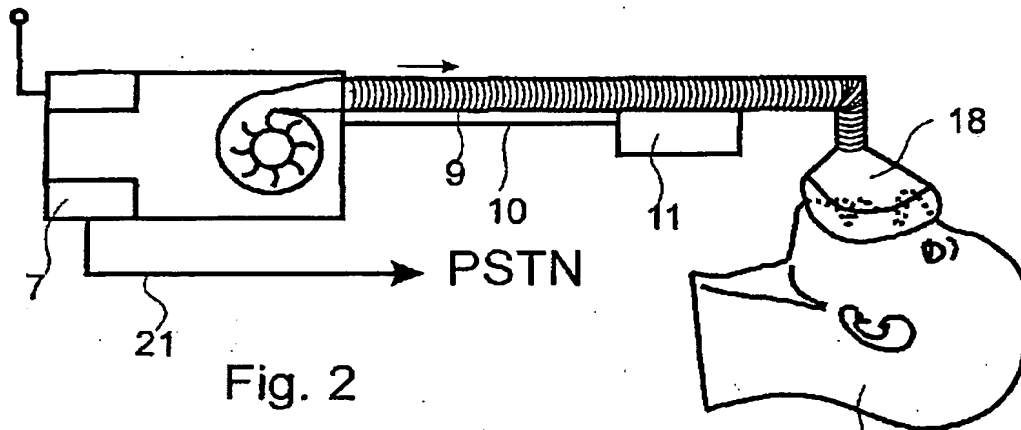


Fig. 2

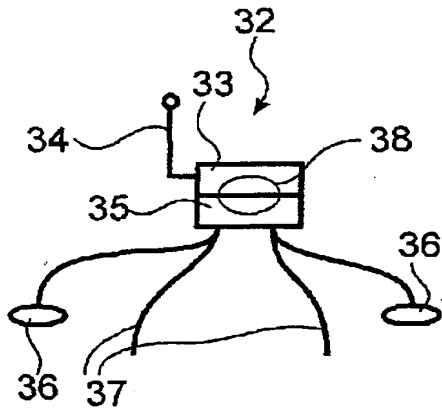


Fig. 3

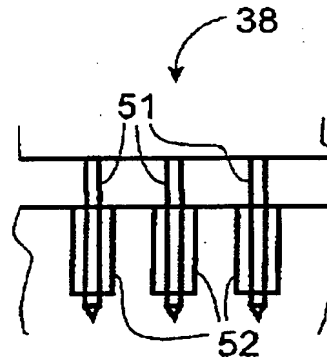


Fig. 5

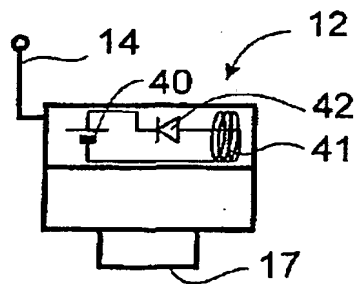


Fig. 4

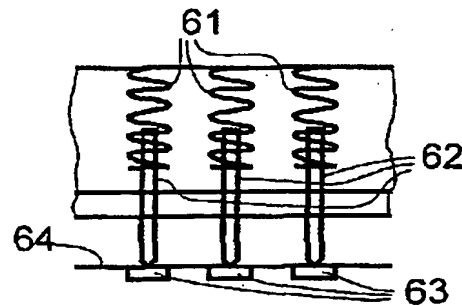


Fig. 6

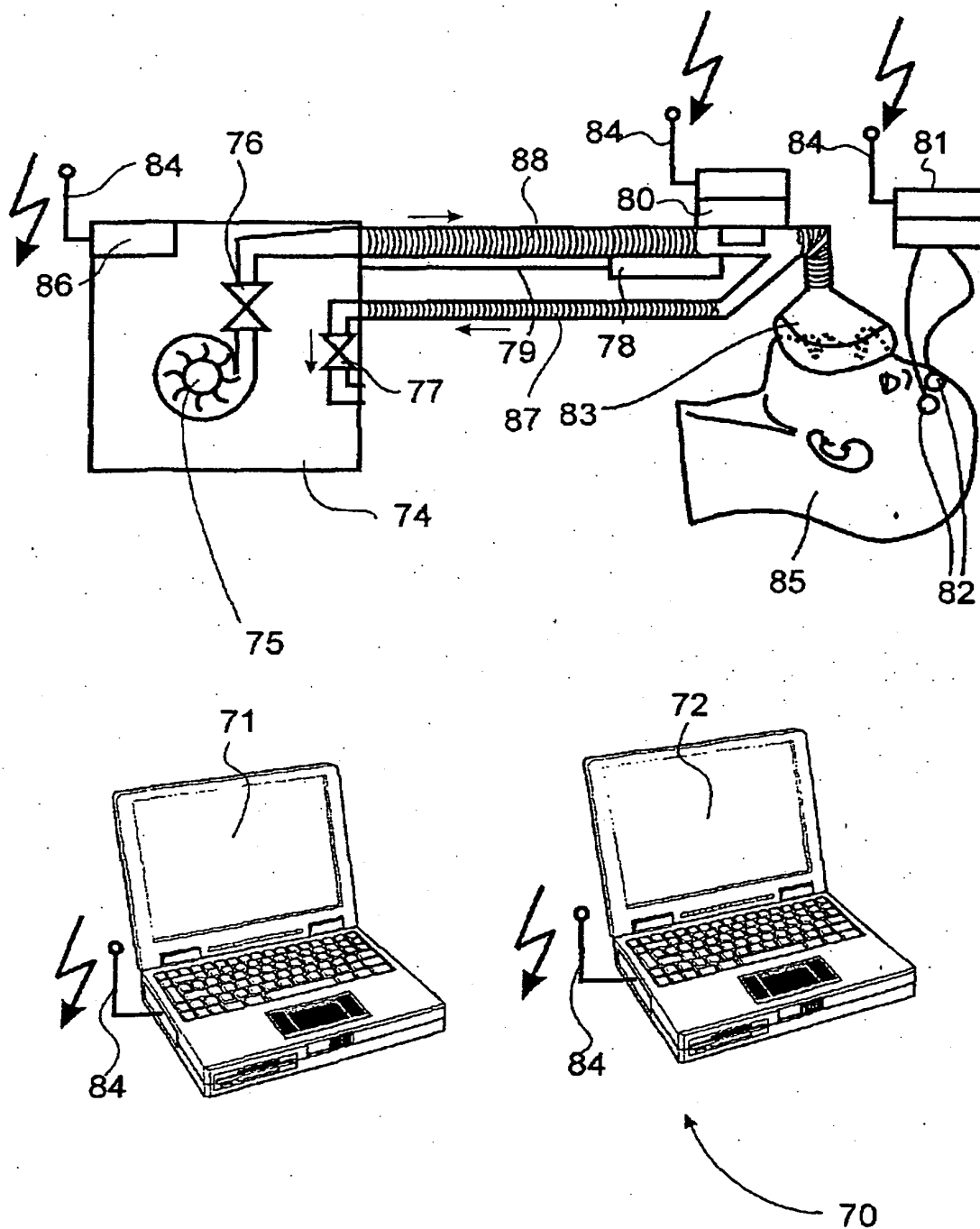


Fig. 7

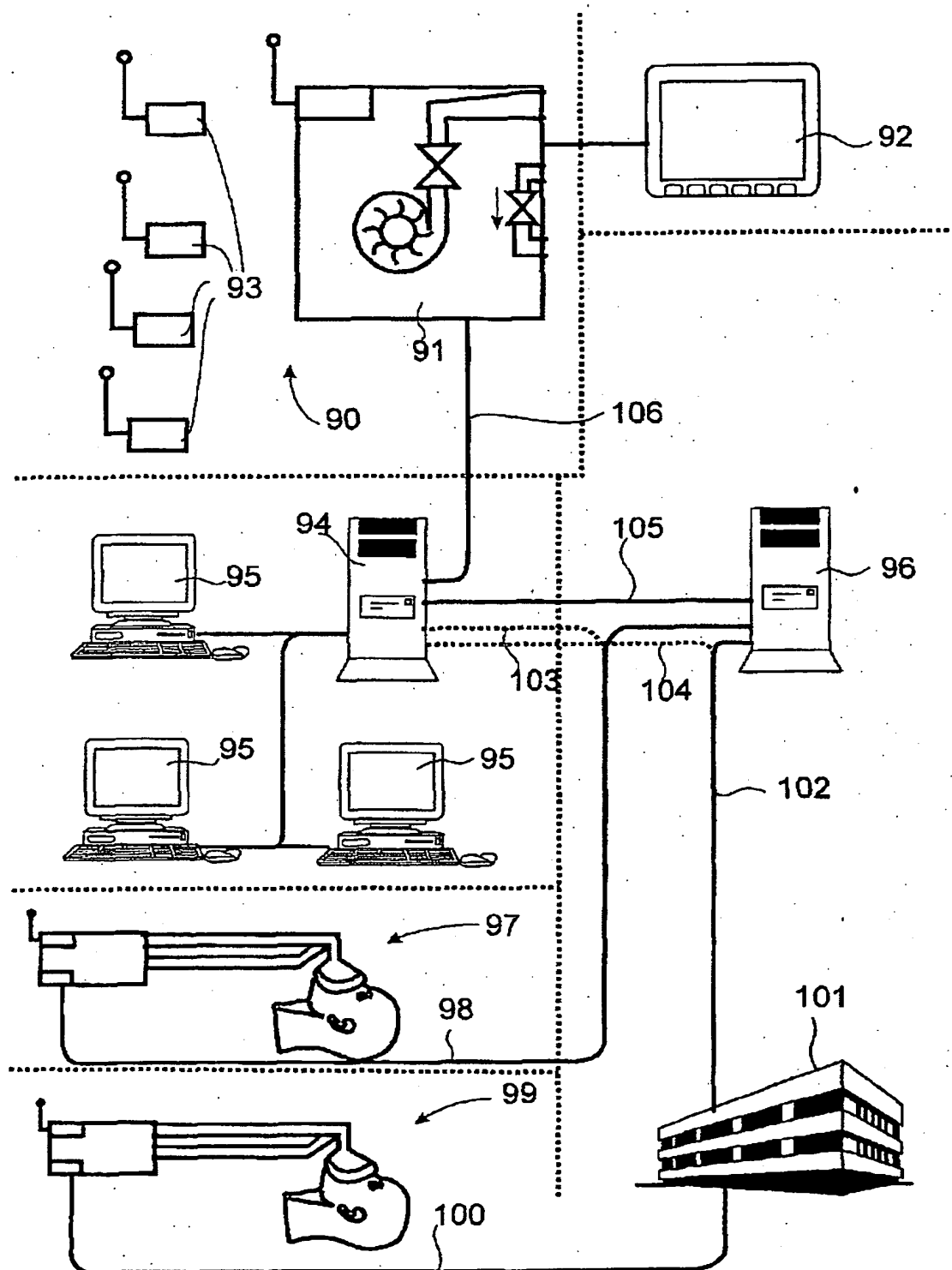


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.